

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
**E. 1:50.000**

**CARBONERAS**

**Segunda serie - Primera edición**

**SERVICIO DE PUBLICACIONES**  
**MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA durante el año 1.981, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en la misma los siguientes técnicos superiores:

**Cartografía y redacción de la Memoria:** Antonio Pineda Velasco, Ldo. en Ciencias Geológicas. IBERGESA. José Giner Sánchez. Dr. en Ciencias Geológicas (Terciario). Universidad de Barcelona. Caridad Zazo Cardeña y José Luis Goy Goy. Drs. En Ciencias Geológicas (Cuaternario). Universidad Complutense de Madrid.

**Sedimentología:** Cristino Dabrio González (detriticos). Dr. en Ciencias Geológicas. Universidad de Granada.  
José Giner Sánchez (carbonatos). Dr. en Ciencias Geológicas. Universidad de Barcelona.

**Asesoría del Terciario:** Mateo Esteban Cerdá. Dr. en Ciencias Geológicas. Instituto "Jaume Almera". C.S.I.C. Barcelona.

**Micropaleontología:** Luis Granados Granados. Dr. en Ciencias Geológicas.

**Petrografía ignea y metamorfica:** Antonio Pérez Rojas. Ldo. en Ciencias Geológicas. IBERGESA.

**Asesoría y colaboración:** José Baena Pérez. Ldo. en Ciencias Geológicas (ENADIM, S.A.).

**Supervisión IGME:** Pedro Ruiz Reig.

**Supervisión estudios petrográficos:** Casilda Ruiz García.

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta, una documentación complementaria constituida por:

- Muestras y correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Informes petrológicos.
- Análisis químicos.
- Fichas bibliográficas.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

## 5. PETROLOGIA

### 5.1. METAMORFISMO DE LAS UNIDADES BETICAS

El Complejo Nevado-Filábride está constituido por micasquistos y cuarcitas con algunas intercalaciones de ortoneises. Estos contienen cristales amigdalares de plagioclasa zonada, con núcleo de oligoclasa y periferia de albita (con frecuencia maclada en damero) y que están rodeados por cristales acintados de cuarzo entre los que se intercalan lechos de moscovita, prismas de turmalina verde azulada y numerosos granos de apatito.

La serie de micasquistos presenta esquistosidad muy bien desarrollada, casi siempre plegada isoclinalmente y están constituidos por cuarzo, moscovita, biotita, granate, albita, estaurolita, distena, cloritoide, material grafitoso, pistacita, turmalina, circón, rutilo y apatito. El granate forma cristales generalmente pequeños, a los cuales se adapta la esquistosidad y que posteriormente han recrecido o se desarrollan sobre ellos estructuras en atolón. Biotita y moscovita forman lechos que alternan con otros de cuarzo alargado o con forma acintada. La albita aparece en blastos xenomorfos o amigdalares, con su macla característica e inclusiones numerosas de granate o de estaurolita.

ta. Distena y estaurolita se presentan en poiquiloblastos que engloban la esquistosidad y que ocasionalmente pueden encontrarse ligeramente distorsionados.

De las descripciones anteriores se deduce que la serie está afectada por un metamorfismo de grado medio (WINKLER, 1.978) del tipo de presión intermedia y en el que la blastesis mineral es simultánea de la principal fase de plegamiento.

Con posterioridad se desarrolla un metamorfismo estático de grado bajo definido por la blastesis de moscovita, cloritoide y biotita oblicuos a la esquistosidad y por la transformación parcial o total de granate y estaurolita en biotita (o clorita), moscovita, cuarzo y albita.

El Paleozoico Alpujárride desde el punto de vista estratigráfico difiere del Nevado-Filábride en que sólo esta formado por micaesquistos y cuarcitas. Además ocupa una posición tectónica, al parecer, más alta. Por lo demás, las rocas presentan las mismas asociaciones minerales que definen los metamorfismos de grado medio y bajo de las series de rocas nevado-filábrides. La única diferencia que podría señalarse es que aquí el cuarzo no presenta estructuras de deformación tan marcadas.

La serie de filitas y cuarcitas que se encuentran en la base del Trías Alpujárride están afectadas por un metamorfismo de grado bajo con fuerte componente dinámica como se deduce de la frecuente estructura en mortero o hábito milonítico que presenta el cuarzo en las cuarcitas.

Las filitas contienen mica blanca, clorita verde, cuarzo, albita, minerales opacos, cloritoide, carbonatos, turmalinas, circón y rutilo. Suelen presentar un intenso desarrollo de micropliegues en los que se forma una  $S_2$  perpendicular a  $S_1$ . Cuando aparece el cloritoide, lo hace en forma de cristales prismáticos o en rosetas, tardíos o simultáneos con la esquistosidad de crenulación.

## 5.2. LAS ROCAS VOLCANICAS NEOGENAS

### 5.2.1. Volcanismo calcoalcalino

Los aspectos petrológicos y estructurales de las litologías volcánicas de esta serie han sido estudiados muy en detalle por diversos autores (CALDERON, 1.882; OSANN, 1.889-91; LODDER, 1.966; FUSTER, IBARROLA Y MARTIN, 1.967; LEON, 1.967; SANCHEZ CELA, 1.968; COELLO Y CASTAÑON, 1.969; LEAL Y SIERRA, 1.970; LOPEZ RUIZ Y RODRIGUEZ BADIOLA, 1.980). A estos estudios se remite, en líneas generales, al lector interesado en el tema.

Como se indicó, los términos petrológicos de esta serie varían de dacitas (en tránsito a andesitas) anfibólicas a andesitas (también llamadas últimamente basaltos andesíticos) piroxénicas, con gran variedad de facies (masiva -coladas o pitones-, piroclástica grosera o fina -tobácea-, etc.). Existen también términos más ácidos (dacítico-riolíticos) representados exclusivamente por determinados niveles tobáceos.

En esta Hoja, las denominaciones "aglomerado" y "conglomerado volcánico" utilizadas anteriormente por varios de los autores citados para materiales piroclásticos groseros, han sido sustituidas por la más genérica de "brecha piroclástica", siguiendo las recomendaciones últimamente publicadas por la IUGS (SCHMID, 1.981).

#### 5.2.1.1. Conglomerados y brechas piroclásticas (andesítico-dacíticas) anfibólicas de matriz rojiza (vítrea o carbonatada) (7)

En el ámbito de la Hoja se encuentran restringidas a la Serrata de Níjar donde constituyen formaciones de color rojizo característico. Esta formación se compone de cantos o bloques decimétricos -normalmente con un grado apreciable de redondez-, de andesita y/o dacita anfibólica en una matriz micro a criptocristalina rojiza generalmente muy alterada supergénicamente. El carácter muchas veces primitivamente vítreo de esta matriz animaría a clasificar estas rocas como brechas piroclásticas; en otras ocasiones, su naturaleza carbonatada (LEAL Y SIERRA, 1.970) unida a la apreciable redondez de sus cantos así como a la grosera selección de tamaños existentes, podría indicar que se trata de brechas de ese mismo tipo pero retrabajadas por los agentes exógenos, es decir, conglomerados según la IUGS.

Los caracteres petro y mineralógicos de los cantos constituyentes de esta formación son, por lo demás, idénticos a los de las dacitas y andesitas anfibólicas que se describen más adelante.

#### 5.2.1.2. Andesitas y dacitas anfibólicas (8, 15 y 17)

Alcanzan notable representación en el ámbito de la Hoja (particularmente en su mitad oriental) y son unos de los materiales más característicos del área del Cabo de Gata. Constituyen las "dacitas masivas" de SANCHEZ CELA (1.968), en el área de Las Negras-Fernán Pérez; las "dacitas en masa" y en parte también las "andesitas en masa" de COELLO Y CASTAÑON (1.965) de los alrededores de Carboneras; y las "andesitas anfibólicas" de FUSTER, AGUILAR Y GARCIA (1.965) de la vecina Hoja de Pozo de los Frailes.

Al microscopio presentan todas ellas texturas porfídica generalmente seriada, con matriz que oscila desde microcristalina a casi vítrea. Están constituidas por cantidades variables de cuarzo, plagioclasas, anfíboles y biotita. En menor proporción se encuentran orto y cliopiroxenos, y como accesorios menores comunes aparecen minerales opacos, apatito y cirión.

El cuarzo se encuentra en cristales casi siempre redondeados o ameboides, con corrosiones marginales. Los fenocristales pueden ser desde muy numerosos a inexistentes o muy escasos, según se trate de dacitas o andesitas. Con frecuencia pueden estar también explosionados.

Las plagioclasas forman fenocristales idiomorfos, hipidiomorfos o fragmentarios con zonación concéntrica muy desarrollada, composición media de  $An_{80}$  y maclas según las leyes en la albíta, de karlsbad o de albíta-karlsbad. Casi siempre incluyen vidrio rectangular de pequeño tamaño que se distribuye paralelamente a las zonas de diferente composición. También forma microfeno-cristales también zonados y cuya composición es aproximadamente  $An_{40}$ .

Los anfíboles, que generalmente son el segundo mineral en abundancia, después de las plagioclasas, aparecen en secciones prismáticas, con una tendencia al idiomorfismo menor que en aquellas. Los cristales están a veces maclados e incluyen plagioclasas, minerales opacos, apatito o piroxeno. En ocasiones hay reacciones marginales a este último mineral o a epidota. Se encuentran dos tipos principales de anfíboles, siendo el más común una hornblenda verde oliva y mucho más escaso o inexistente una cummingtonita de color verde muy pálido. Ocasionalmente se ha observado una hornblenda basáltica, de menor ángulo de extinción, de color pardo rojizo muy oscuro y que tiene una aureola negra marginal, producida por oxidación. Este tipo de alteración es también común en los otros dos anfíboles, llegando incluso a ocupar todo el cristal. En cuanto a la hornblenda verde y la cummingtonita, pueden aparecer conjuntamente, ocupando generalmente la primera el núcleo del cristal y la segunda la periferia, si bien el fenómeno inverso también ha sido observado.

La biotita forma láminas aisladas con fuerte contenido en hierro.

Los piroxenos encontrados son uno de composición próxima a la broncita-hiperstena y una augita diopsídica. Los dos son generalmente accesorios y tienen un idiomorfismo poco acusado. Lo más común es que predomine el orto sobre el clinopiroxeno.

De entre los minerales accesorios, merece especial mención el apatito, casi siempre en forma de prismas exagonales bastante idiomorfos, y que en una muestra forma algunos fenocristales cuyo tamaño es superior a 1 mm.

Como ya se dijo, la variabilidad en el cuarzo modal, hace que se encuentren dacitas, cuarzoandesitas y andesitas propiamente dichas. Al parecer existe un paralelismo entre el decrecimiento de su porcentaje y el menor grado de cristalinidad de la matriz a la vez que aumenta el número de fenocristales piroxénicos.

La matriz en las dacitas es micro o criptocristalina y en las andesitas criptocristalinas, hipocristalinas e incluso vítreas. Las estructuras de flujo o las perlíticas pueden ser también frecuentes. En las facies microcristalinas se distingue un agregado cuarzo-plagioclásico (ocasionalmente también feldespático) entre el que se distribuyen microlitos de los minerales máficos.

En las facies alteradas tiene lugar un proceso de carbonatación, de alunitización o de feldespatización de plagioclasas que puede afectar a sólo una pequeña porción del cristal o pseudomorfosarlo totalmente. Sobre los piroxenos y anfíboles puede tener lugar una serpentinización, carbonatización, cloritización o silicificación. Todos estos procesos tardíos se desarrollan también sobre la matriz y algunas veces van acompañados de la aparición de cavidades rellenas de cloritas o de calcedonia, creciendo dentro de estas últimas diminutos cristales de cuarzo bipiramidado.

La división de estos materiales en tres grupos cartográficos de diferente posición temporal en la sucesión volcánica calcoalcalina de la Hoja ha sido expuesta y argumentada en el apartado "Las sucesiones volcánicas" del Cap. de Estratigrafía.

#### 5.2.1.3. Brechas piroclásticas de andesita y dacita anfibólica (9, 16 y 18)

Su distribución, en el ámbito de la Hoja es muy similar a la de los materiales anteriores, a los que siempre suelen ir asociados tanto espacial como temporalmente. Como ellos han sido divididos en tres grupos cartográficos (ver apartado Estratigrafía). Constituyen los "aglomerados anfibólicos" definidos en el área de Las Negras por SANCHEZ CELA (1.968), en la de Carboneras por COELLO Y CASTAÑON (1.965) y en la de Pozo de los Frailes por FUSTER et al. (1.965).

Componen afloramientos de aspecto caótico de bloques de andesitas y dacita anfibólica (de idénticos caracteres petrológicos a los de los materiales anteriormente citados) generalmente angulosos y de tamaño decimétrico, empastados en una matriz de idéntica composición y de naturaleza lávica o tobácea, en la que son muy numerosas los cristales fragmentarios.

De acuerdo con los autores citados, la génesis de estos materiales podría estar en una brechificación, en los conductos de emisión, de materiales homogéneos debida a su propia viscosidad y alto contenido en volátiles.

#### 5.2.1.4. *Andesitas piroxénicas* (13)

Son uno de los materiales más característicos, y los más básicos, del área del Cabo de Gata. Los mayores y mejores afloramientos se localizan en las áreas costeras de las hojas de Carboneras y Pozo de los Frailes, donde han sido muy bien estudiados por FUSTER, IBARROLA y MARTIN (1.967) en la Mesa de Roldán, al S de Carboneras, y por CELA (1.967) en el Cerro de los Lobos, al E de Rodalquilar. Son las rocas "fenobasálticas" de LODDER (1.966), y de modo parecido (basaltos andesíticos) vienen denominados en los más recientes trabajos del área (LOPEZ RUIZ Y RODRIGUEZ BADIO-LA, 1.980).

Presentan textura porfídica o glomeroporfídica seriada con matriz hialopilitica, pilotáxica, vítrea o, con menor frecuencia microcristalina. Están formadas por fenocristales de plagioclasas y piroxenos fundamentalmente cuya proporción no suele sobrepasar nunca del 50 % de la roca. Las plagioclasas idiomorfas o hipidiomorfas presentan zonado concéntrico a veces muy desarrollado y composición media de  $An_{55}$ . A veces engloban pequeños ortopiroxenos y casi siempre numerosas inclusiones vítreas de forma rectangular que se disponen siguiendo las zonas de diferente composición de los cristales. Las leyes de macla que se observan más comunmente son las de albita, karlsbad o la combinación de ambas.

Los piroxenos se presentan en cristales prismáticos aislados o agrupados, generalmente menor idiomorfos que las plagioclasas. El ortopiroxeno es ligeramente coloreado en pardo-amarillento muy claro y su composición es intermedia entre la broncita y la hiperstena. El clinopiroxeno es una augita diopsídica que muy frecuentemente tiene maclas polisintéticas. La predominancia de uno u otro piroxeno es variable de unas muestras a otras incluso cuando proceden de lugares próximos. El ortopiroxeno puede presentar a veces reacción a clinopiroxeno.

La matriz, con gran proporción de vidrio, salvo en las facies parcialmente alteradas, presentan un número variable de microlitos tabulares de plagioclasas y de los dos piroxenos que se disponen entrecruzadamente o con fluidez alrededor de los fenocristales.

En algunos cantos procedentes de las facies piroclásticas, se observan texturas cataclásticas puestas de manifiesto por la presencia de fenocristales fragmentarios de plagioclasa y piroxeno que están rodeados por una ma-

triz preferentemente vítrea y a veces fluidal. En este tipo de rocas aparecen ocasionalmente pequeños cristales de hornblenda verde que no se encuentran en las andesitas masivas.

Los pitones de vitrófidos andesíticos de SANCHEZ CELA (1.968) del área costera entre las calas del Plomo y de San Pedro, se cartografiaron conjuntamente con estos materiales en base a su similitud.

En la parte SO de la Hoja, estos materiales (13 bis) muestran una alteración hipógena moderada a alta con procesos de alunitización, carbonatación, potasificación y silicificación, similar a la que afecta a materiales semejantes en la vecina Hoja de Pozo de Los Frailes y descrita por PAEZ CARRION y SANCHEZ CELA.

#### 5.2.1.5. *Brechas piroclásticas de andesita piroxénica* (14)

Su distribución en el ámbito de la Hoja es parecida a la de los materiales anteriores, a los que se asocian temporal y espacialmente. Han sido descritas por los autores citados antes con el nombre de "conglomerados (a veces, aglomerados) piroxénicos".

Forman afloramientos de aspecto caótico de bloques de andesita piroxénica, angulares, decimétricos, empastados en una matriz de idéntica composición y de naturaleza generalmente tobácea.

Al igual que las brechas de andesita y dacita anfibólica, y también de acuerdo con los autores citados, su génesis podría estar en una brechificación, en los conductos de emisión, de materiales homogéneos debida a la propia viscosidad y alto contenido en volátiles del magma.

Los aglomerados de vitrofido andesítico de SANCHEZ CELA (1.968) del área costera al N de Cala de San Pedro se englobaron cartográficamente con estos materiales, en base a su similitud litológica.

#### 5.2.1.6. *Brechas piroclásticas poligénicas* (10)

Estos materiales se extienden por la parte centro-oriental de la Hoja, ocupando un área relativamente restringida. Han sido descritas por SANCHEZ CELA (1.968) con el nombre de conglomerados poligénicos". Estructuralmente son similares a los otros dos tipos de brechas descritos si bien la composición de sus cantos y bloques es tanto de andesita piroxénica como de (también dacita) anfibólica. Esta variedad petrológica ha sido explicada como resultado de actividad explosiva que simultáneamente a la brechificación del magma ascendente fragmentaría otras formaciones volcánicas encajantes.

#### 5.2.1.7. *Tobas poligénicas* (11)

Son materiales muy similares a los acabados de describir, sobre todo en su naturaleza litológica. Constan de cantos centimétricos de ambos tipos andesíticos en una matriz cinerítica o tobácea fina, o bien de piroclastos tamaño lapilli (generalmente, entonces, anfibólicos) con más escasa matriz. Se encuentran distribuidos por todo el ámbito de la Hoja. A veces, por simplificar la expresión cartográfica, se han incluido en esta formación (en la zona de la Rambla del Plomo, sobre todo) tobas como las que se describen a continuación, siempre muy minoritarias.

#### 5.2.1.8. *Tobas e ignimbritas dacítico-riolíticas* (12)

Esta formación volcánica ha sido descrita por SANCHEZ CELA (1.968) en la parte centro-oriental de la Hoja, si bien este autor no cita la presencia de ignimbritas en ella.

Las tobas, de acuerdo con este autor, son de color muy claro y están formadas por una matriz de ceniza y de lapilli de escasa densidad y compacidad; a veces, cuando son muy vítreas, muestran estructuras perlíticas o de flujo de cristales vítreos.

Las ignimbritas son minoritarias en la formación, muestran color gris verdoso y flamas centimétricas, con fenocristales de cuarzo y biotita principalmente, y algún fragmento vitrofídico; también muestran una ligera silicificación secundaria. Los ejemplos más característicos se encuentran en el área de las Hortichuelas.

#### 5.2.2. Volcanismo calcoalcalino ?. Rocas con alteración endogena

Las rocas de esta serie, en base a su alteración generalizada han sido menos estudiadas que las de la precedente calcoalcalina. Concretamente, este hecho a impedido la realización de análisis químicos lo cual unido a una relativa similitud petrográfica con las dacitas calcoalcalino-potásicas del Hoyazo y su posición temporal intermedia, no permite una asignación precisa a ninguno de ambos tipos de volcanismo. La posición temporal de este grupo respecto al resto de las formaciones volcánicas ha sido discutida en el apartado de Estratigrafía: Las sucesiones volcánicas.

#### 5.2.2.1. *Dacitas biotítico-anfibólicas rojo-violáceas* (20)

Se encuentran en la parte meridional de la Hoja, pasando cartográficamente a la de Pozo de Los Frailes donde han sido estudiadas por FUSTER, AGUILAR y GARCIA (1.965), constituyendo su "serie dacítica tortonienense".

Presentan una facies muy masiva y homogénea, destacando sus típicos grandes fenocristales de cuarzo y plagioclasa. Su color es rojo-violáceo, muy característico.

La textura es profídica vítrea en las rocas más frescas, pero lo más común es que se encuentren de cuarzo y plagioclasa. Su color es rojo-violáceo, muy característico.

La textura es porfídica vítrea en las rocas más frescas, pero lo más común es que se encuentren alteradas siendo entonces microcristalina. Contienen fenocristales o microcristales de cuarzo redondeado o fuertemente corroído y ameboides. Las plagioclasas suelen ser algo más pequeñas que el cuarzo, hipidiomorfas y con alteración parcial o total a alunita. En otras ocasiones se observa una feldespaticización potásica o carbonatación total de los cristales. Las láminas de biotita o carbonatación total de los cristales. Las láminas de biotita son xenomorfas, con frecuencia oxidadas y ocasionalmente contienen pequeñas plagioclasas o prioxénos. La hornblenda es de color pardo, con alteración periférica que puede llegar a ocupar todo el prisma, siendo reconocible por su típica sección basal.

Cuando la matriz es microcristalina, está constituida por un agregado de cuarzo, feldespato potásico y otros minerales micáceos no identificables por métodos ópticos normales.

Lateralmente pasan a las rocas intensamente alteradas de Rodalquilar (21) en las cuales se enclavan las célebres mineralizaciones auríferas de esta localidad. Las alteraciones citadas se acentúan, habiendo también una silicificación extrema y un complejo proceso de neoformación de minerales de arcilla y similares (caolinita, dickita, piorfilita, etc.). Pese a todo, su típica estructura de fenocristales de cuarzo y plagioclasa sigue siendo reconocible.

Los datos de campo indican que estas rocas yacen en forma de potentes coladas sobre materiales calcoalcalinos anteriores. En el área de Rodalquilar probablemente estuviera su foco de emisión.

Por varias razones (ausencia de alteraciones en materiales calcoalcalinos infrayacentes; disposición de otros materiales volcánicos con alteración escasa sobre ellas intensamente alteradas en Rodalquilar) las alteraciones que presentan deben ser muy singenéticas con su consolidación y/o emplazamiento.

Estas rocas en el área de Rodalquilar fueron ya estudiadas por LODDER (1.966), quien les atribuyó un carácter ignimbrítico, denominando a las rocas fuertemente alteradas "parte inferior del Complejo Ignimbrítico del Cinto" (nombre de un monte) y a las rojizas con alteración moderada "Parte superior" del mismo.

#### 5.2.2.2. *Tobas de lapilli dacítico (biotítico-anfibólico)* (19)

Forman unos pequeños afloramientos en la parte SO de la Hoja y pasan a la de Pozo de Los Frailes donde adquieren un cierto mayor desarrollo. Son materiales compuestos de fragmentos centimétricos de dacitas como las descritas y matriz fina no muy abundante, de color también rojizo. Los piroclastos se disponen "aplastadamente" y el grado de compactación es importante.

#### 5.2.2.3. *Dacitas ignimbríticas con tobas e ignimbríticas basales* (22)

Estos materiales se encuentran solamente en los alrededores de Rodalquilar donde constituyen el "Complejo Torerillo" de LODDER (1.966). En esta localidad es posible ver que se disponen directamente encima de las rocas de Rodalquilar (dacitas biotítico-anfibólicas) ya intensamente alteradas. Sus mejores afloramientos se sitúan en el barranco inmediatamente al O de Rodalquilar.

Basalmente presentan un conjunto de tobas muy bien estratificadas con alguna pasada métrica de brecha piroclástica. Hacia arriba pasan a una facies ignimbrítica con flamas verdosas centimétricas; su espesor es de orden decamétrico. Coronando la formación se encuentra un paquete de dacitas verdosas con disyunción columnar y alguna estructura de flama aún reconocible; su potencia alcanza los 50 m.

Al microscopio, estas dacitas presentan una alteración consistente esencialmente en una feldespatización potásica y cloritización generalizadas. Otras veces contienen fenocristales pequeños y escasos de cuarzo y de plagioclasas algo alteradas además de láminas biotíticas, orientadas y curvadas. La matriz es entonces vítreo y con flujo intenso pudiendo desarrollarse estructuras perlíticas.

#### 5.2.3. **Volcanismo calcoalcalino potásico** (23)

En el ámbito de la Hoja está representado únicamente por el célebre afloramiento del Hoyazo y otros más pequeños cercanos, si bien datos de son-

deos del Campo de Níjar (A. GONZALEZ, IGME, com. pers.) indican la existencia de materiales idénticos varios km., al sur de dichos afloramientos, bajo unos 150 m., de cobertera sedimentaria neógena.

En el área de la Hoja no se conocen las relaciones temporales entre los volcanismos precedentemente descritos y éste. Sin embargo, los estudios más recientes para toda la zona del SE español (LOPEZ RUIZ y RODRIGUEZ BADIOLA, 1.980) lo señalan como más reciente que el calcoalcalino. Otros datos estratigráficos (DABRIO et al. 1.977, 81) también lo indican indirectamente como más reciente.

El afloramiento del Hoyazo ha sido estudiado fundamentalmente por ZECK (1.968, 70, 73). El material extrusivo es una dacita biotítica con gran cantidad de cordierita, granate (almandino) y enclaves de rocas metamórficas y de otros diversos tipos. Su estructura más típica es masiva, con estructuras planares de flujo muy patentes. Más raramente muestra facies brechoide.

Las rocas de esta serie tiene textura porfídica seriada, con matriz hipocristalina o vítrea cuya proporción es próxima o ligeramente superior al 50 %. Están constituidas por plagioclasa cálcica, cordierita, biotita, cuarzo, sillimanita y granate como minerales fundamentales. En pequeña proporción se encuentran también piroxénos, hornblenda, minerales opacos, espinela, apatito y circón.

Las plagioclasas forman fenocristales con tendencia al idiomorfismo o microlitos tabulares. Generalmente presentan intensa zonación, que puede ser normal o inversa y márgenes de composición que oscilan entre el 45 y 95 % de anortita. Con frecuencia se observan en ellas inclusiones de vidrio y, ocasionalmente, de ortopiroxeno.

La cordierita puede aparecer tanto en cristales idiomorfos con maclas hexagonales como en granos corroídos en los que son más frecuentes las inclusiones de sillimanita.

La biotita, fuertemente pleocroica se encuentra en láminas bien desarrolladas que se orientan netamente en las rocas en que el flujo es manifiesto.

El cuarzo, mucho más escaso que los minerales precedentes se presenta en forma de fenocristales redondeados o fragmentarios afectados por frecuentes corrosiones.

La sillimanita aparece tanto en forma prismática como fibrolítica incluida en otros componentes o formando agregados monominerales.

El granate puede ser idiomorfo, incluir o no cuarzo, biotita o sillimanita o estar rodeado por una aureola de reacción de cordierita, plagioclasa, biotita, piroxeno o espinela. Transformaciones periféricas similares pueden ser también observadas alrededor de cristales de cordierita.

Los piroxénos (broncita, hiperstena y augita diopsídica) son más frecuentes en enclaves o en aureolas de reacción que en forma de fenocrista-



les aislados. El anfíbol de color verde pálido se encuentra escasamente en pequeños prismas y también en enclaves.

Tanto máscópica como microscópicamente, este grupo de dacitas tienen una gran profusión de enclaves de rocas metamórficas y plutónicas. Entre las primeras se encuentran materiales alpujárrides poco profundos (cuarcitas y micasquistas) afectados por metamorfismo térmico de grado medio a alto y otros del zócalo profundo alpujárride ultrametamórficos, originados y afectados por fenómenos de anatexia.

Entre estos cabe mencionar neises cordieríticos y sillimanita (también con granate, plagioclasa, antipertita, biotita, cuarzo, ortopiroxeno y espinela) y anfíbolitas.

Los enclaves de origen plutónico son principalmente cuarzodioritas, dioritas o términos más básicos que contienen plagioclasa, biotita, cuarzo, anfíbol, cordierita, granate, ortopiroxeno y rutilo.

ZECK (1.968) atribuye un origen anatóctico para este magma dacítico. Por otro lado, entorno a los macizos peridotíticos de Málaga (IGME 1.976 y 1.977) se desarrolla un metamorfismo progresivo en la serie alpujárride que sobrepasa las condiciones de anatexia dando por un lado granulitas granatíferas con distena en las zonas paralelas al eje de la zona axial bética y rocas granitoides cuarzodioríticas con granate y cordierita perpendicularmente a este eje. La fusión de estos materiales podría dar composiciones que irían desde dacitas a términos de composición próxima a la riolítica. Todas las reacciones metamórficas de alto grado como asimismo las paragénesis minerales de las rocas del Hoyazo tienen lugar también en las rocas migmatíticas o granulíticas que orlan los macizos peridotíticos de la provincia de Málaga.

#### 5.2.4. Geoquímica

El trabajo más reciente sobre el conjunto de la región volcánica neógena del SE de España (LOPEZ RUIZ Y RODRIGUEZ BADIOLA, 1.980) establece cuatro tipos de volcanismos de edad progresivamente decreciente: 1) calcoalcalino; 2) calcoalcalino potásico y shoshonítico; 3) ultrapotásico; y 4) basáltico alcalino.

En la Hoja de Carboneras se encuentran representados los dos primeros: El calcoalcalino s.s. constituyendo la totalidad de los afloramientos en la Serrata de Níjar y en la Sierra del Cabo de Gata, y el calcoalcalino potásico formando únicamente el afloramiento volcánico de El Hoyazo y sus alrededores inmediatos.

Desde el punto de vista geoquímico, el volcanismo calcoalcalino s.s. presenta un rango de variación en  $\text{SiO}_2$  relativamente amplio (53,3-70,6 %),

muestra contenidos relativamente altos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO y CaO, moderados de FeO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{Na}_2\text{O}$ , y bajos de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$ . La relación  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  está comprendida entre 0,42 y 1,06 % y la relación Fe total/MgO varía entre 1,1 y 2,0 (media 1,4). Sus tendencias de variación son también típicas: progresiva disminución de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Fe total, MgO, MnO, CaO y  $\text{TiO}_2$ , aumento de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , y constancia en  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  al pasar de las andesitas piroxénicas a las riolitas. En cuanto a la distribución de los elementos traza, las abundancias de Rb, Pb, Th y Zr relativamente altas, las de Ba y Sr algo más bajas y las de Cu, Co, Ni, V y Cr bajas o muy bajas.

El volcanismo calcoalcalino potásico está, desde el punto de vista geoquímico, representado de forma menos típica. El rango de variación en  $\text{SiO}_2$  oscila entre el 64 y 58 %. Los contenidos de  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  son superiores, y los de CaO inferiores, para idéntico %  $\text{SiO}_2$  que el calcoalcalino s.s. La relación  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  está comprendida entre 0,63 y 1,98, y la relación Fe total/MgO varía entre 1,2 y 2,6. Las algo elevadas relaciones  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  que presentan estas rocas son debidas a un relativamente bajo contenido en  $\text{Na}_2\text{O}$  más que a un anormalmente alto porcentaje de  $\text{K}_2\text{O}$ . Las tendencias de variación son algo distintas a las del volcanismo calcoalcalino s.s., puesto que el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  permanece prácticamente constante mientras que el  $\text{P}_2\text{O}_5$  aumenta al pasar hacia términos más ácidos y, en este mismo sentido, las disminuciones de MgO y CaO y el crecimiento de  $\text{K}_2\text{O}$  son más acusados que en aquel. En cuanto a los elementos traza, el volcanismo calcoalcalino potásico presenta concentraciones de Rb, Ba, Pb, Sr, Zr y ferromagnesianos (salvo Co), superiores a las de las rocas calcoalcalinas s.s., (LOPEZ RUIZ Y RODRIGUEZ BADIOLA, 1.980).

#### 5.2.5. Petrogénesis

El origen del volcanismo neógeno del Sureste de España ha sido objeto de varias hipótesis e investigaciones recientes.

Con el desarrollo de la moderna teoría de la tectónica de placas se le ha supuesto relacionado con procesos de subducción de edad miocena (la del volcanismo).

ARAÑA Y VEGAS (1.974) proponen una subducción según un plano de Benioff buzante al N y que hundiría la placa africana bajo la europea. BELLON (1.976) propone una subducción similar, de África bajo España, buzante al NO y de edad miocena inferior, resultado de un desplazamiento de África al N en el Oligoceno Superior, previo a la colisión continental. LOPEZ RUIZ Y RODRIGUEZ BADIOLA (1.980) han propuesto recientemente una subducción de la corteza oceánica generada en el mar de Alborán a finales del Oligoceno, bajo la continental. Como consecuencia se produ-

ieron líquidos de composición andesítico-basáltica y andesítica a unos 100 km., y más potásicos a los 150 km., que en su ascenso debieron sufrir contaminaciones de la corteza continental, originando respectivamente los magmas calcoalcalinos y calcoalcalinos potásicos (y shoshoníticos).

Ultimamente, PUGA (1.980) ha objetado la posibilidad de una subducción miocena en base a datos geocronométricos obtenidos para el último metamorfismo alpino y que indicarían una edad eoceno-oligocena para aquella. Propone un modelo genético a partir de fusiones parciales de un manto anormal, hidratado (sobre el que parecen existir interpretaciones geofísicas). Los magmas habrían ascendido hasta la superficie a favor de la fase de distensión tectónica mio-pliocena. El origen de dicho manto anómalo estaría en una subducción más antigua.

Otras hipótesis han relacionado este volcanismo con el aporte de energía térmica que representaría el proceso de oceanización cenozoico del Mediterráneo occidental (provocado por diapirismo del manto). (VAN BEMMELEN, 1.969, 1.972; LOOMIS, 1.975).